



FICHA RETO

Eficiencia Energética

RETO	¿Como mejorar los procesos de tratamiento de Aguas Residuales de la PTAR San Fernando para que tengan un menor consumo de energía eléctrica, con el objetivo de mejorar el indicador de Kwh/m3 tratado y Kwh/Kg DBO removida?
OBJETIVO ESTRATÉGICO	Incrementar la eficiencia energética y la sostenibilidad operativa de la PTAR San Fernando mediante la optimización de los procesos de tratamiento de aguas residuales, reduciendo el consumo específico de energía eléctrica y fortaleciendo el desempeño ambiental y económico de la planta.
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD	La PTAR San Fernando es una de las instalaciones con mayor consumo de energía eléctrica dentro del sistema de saneamiento de EPM, debido a la operación continua de equipos como sistemas de aireación, bombeo, mezcla, deshidratación de lodos y demás procesos auxiliares. El consumo de energía representa uno de los principales costos de operación y constituye un indicador clave para evaluar la eficiencia del tratamiento. Si bien la planta ha implementado acciones para optimizar su operación, aún existen oportunidades para reducir el consumo energético sin afectar la calidad del efluente ni el cumplimiento de la normatividad ambiental. La optimización de parámetros de operación, la incorporación de nuevas tecnologías, herramientas de analítica de datos, inteligencia artificial y estrategias avanzadas de control pueden mejorar significativamente el desempeño energético del proceso.
ANTECEDENTES	La PTAR San Fernando ha desarrollado diferentes iniciativas orientadas a mejorar la eficiencia energética de sus procesos, entre ellas la optimización





	operacional de los sistemas biológicos, modernización de equipos electromecánicos, implementación de variadores de velocidad, seguimiento permanente de indicadores energéticos, modelación de procesos mediante herramientas especializadas y aprovechamiento energético del biogás generado en la digestión anaerobia. Estas acciones han permitido obtener mejoras en el desempeño energético; sin embargo, persisten oportunidades importantes para reducir el consumo específico de energía, especialmente en los procesos de aireación, bombeo, recirculaciones, manejo de lodos y control automático del proceso. Adicionalmente, los avances tecnológicos en analítica de datos, inteligencia artificial, control avanzado de procesos, gemelos digitales y sistemas inteligentes de optimización ofrecen nuevas alternativas para disminuir el consumo energético manteniendo o incluso mejorando la calidad del tratamiento. Por lo anterior, se requiere identificar e implementar soluciones innovadoras que permitan optimizar integralmente el consumo energético de la PTAR, incrementando la eficiencia operacional y reduciendo los costos asociados a la operación.
¿QUÉ RESULTADOS ESPERA OBTENER?	Se espera obtener los siguientes resultados: • Reducir el consumo específico de energía eléctrica (kWh/m³ tratado). • Reducir el consumo específico de energía por carga contaminante removida (kWh/kg DBO removida). • Optimizar la operación de los equipos con mayor consumo energético. • Mantener la calidad del efluente tratado. • Reducir los costos asociados al consumo de energía. • Disminuir las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero. • Desarrollar estrategias de optimización que puedan replicarse en otras PTAR de EPM. Indicadores que dan cuenta de la mejora en los resultados: • Reducción del indicador kWh/m³ tratado (%). • Reducción del indicador kWh/kg DBO removida (%). • Disminución del consumo anual de energía (kWh/año). • Ahorro económico anual (COP/año). • Reducción de emisiones de CO₂ equivalente (tCO₂e/año). • Tiempo de recuperación de la inversión.





POBLACIÓN AFECTADA	De manera directa, la necesidad es percibida por el equipo operativo de la PTAR San Fernando, responsable del control y seguimiento diario de los procesos de aireación, bombeo, recirculación y manejo de lodos, quienes conviven con las restricciones que impone el alto consumo energético en las decisiones operativas. También se ven afectadas el Área de Mantenimiento de Equipos de Alcantarillado y la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado, que deben asumir los costos operativos asociados y dar cuenta del desempeño energético de la planta frente a los objetivos corporativos de EPM. De manera indirecta, se beneficiarán los usuarios del servicio de alcantarillado y saneamiento, al contribuir la solución a la sostenibilidad financiera y ambiental del sistema de tratamiento. Igualmente, una reducción del consumo energético impacta positivamente los compromisos ambientales de EPM en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, lo que es de interés para las autoridades ambientales y para la reputación corporativa de la empresa.
ALIADOS CLAVES	Universidades y grupos de investigación con experiencia en eficiencia energética en sistemas de tratamiento de aguas residuales, control avanzado de procesos, modelación y optimización de sistemas biológicos, que puedan aportar conocimiento técnico y científico para el desarrollo y validación de soluciones. Empresas del sector tecnológico especializadas en analítica de datos, inteligencia artificial, automatización y control de procesos industriales, con capacidad de desarrollar herramientas de optimización adaptadas a las condiciones operativas de la planta. Proveedores de equipos electromecánicos y de instrumentación con experiencia en sistemas de aireación, bombeo y variadores de velocidad aplicados a plantas de tratamiento, que puedan aportar soluciones de eficiencia desde el componente de maquinaria. Empresas especializadas en gestión energética y consultoría en sostenibilidad, con capacidad de realizar auditorías energéticas, identificar oportunidades de mejora y estructurar estrategias de reducción de consumo en instalaciones industriales de operación continua.
BARRERAS	• Cumplimiento de toda la normatividad ambiental vigente y de los límites de vertimiento. • No afectar la continuidad operacional de la PTAR.





	• Mantener la calidad del efluente tratado y la estabilidad del proceso biológico. • Adaptarse a la infraestructura existente. • Cumplir los estándares de seguridad industrial y ciberseguridad cuando se incorporen sistemas digitales o automatizados. • Garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos críticos del proceso.
REQUISITOS	Técnicos • Identificar los procesos y equipos con mayor potencial de reducción del consumo energético. • Proponer estrategias de optimización operacional sustentadas técnica y científicamente. • Mantener el cumplimiento de los parámetros de calidad del efluente. • Integrarse con la infraestructura existente y los sistemas de automatización de la PTAR. • Incorporar tecnologías de monitoreo, control, analítica de datos o inteligencia artificial cuando aporten beneficios demostrables. Económicos • Presentar un análisis de viabilidad técnico-económica. • Estimar inversión, costos de operación y mantenimiento. • Cuantificar los ahorros energéticos y económicos esperados. • Estimar el periodo de recuperación de la inversión. • Normativos • Cumplir toda la legislación ambiental, eléctrica, de seguridad industrial y de tratamiento de aguas residuales aplicable. • No afectar el cumplimiento de los permisos ambientales vigentes. Operacionales • Garantizar la continuidad de la operación durante la implementación. • Facilitar la operación y el mantenimiento por parte del personal de la PTAR. • Minimizar riesgos operacionales durante la implementación.
TIPO DE INNOVACIÓN	





TIPO DE SOLUCIONADORA DESEADA	Mejora de proceso. La solución esperada corresponde al desarrollo e implementación de estrategias de optimización del consumo energético en los procesos de tratamiento de aguas residuales de la PTAR San Fernando, orientada a reducir los indicadores de kWh/m³ tratado y kWh/kg DBO removida, mantener la calidad del efluente y mejorar la sostenibilidad operativa y económica de la planta. Busca hacer más eficiente la operación de una instalación existente mediante la incorporación de herramientas de analítica de datos, control avanzado de procesos e inteligencia artificial, con potencial de escalamiento a otras PTAR de EPM.
RANGO DE PRESUPUESTO	No se ha establecido un valor fijo de presupuesto; sin embargo, se espera que las propuestas se formulen dentro de un rango económico razonable y proporcional al alcance del reto, considerando que la solución será desarrollada y validada a escala piloto en un plazo de hasta 3 meses. Las propuestas deberán incluir de manera explícita todos los costos asociados al desarrollo, implementación, validación, soporte técnico, formación operativa, y —si aplica— adquisición e instalación de equipos o licencias necesarias para el funcionamiento de la herramienta. Se priorizarán aquellas propuestas que demuestren una relación costo-beneficio sólida, que sean técnicamente viables y escalables dentro del marco de recursos públicos o institucionales, y que no impliquen inversiones elevadas en infraestructura o modificaciones físicas de gran escala.
RANGO DE TIEMPO	La solución, a nivel piloto, se espera hasta en 3 meses
PROPIEDAD INTELECTUAL	Importante: Es necesario indicar que lo presentado a continuación es una primera aproximación a lo que podría ser la Propiedad Intelectual, pero la definición final se realizará en el momento de la contratación con el solucionador elegido. La propiedad intelectual que se derive del trabajo que debe ejecutar el solucionador seleccionado queda radicada exclusivamente en RUTA N. En consecuencia, el solucionador seleccionado cede de manera total, exclusiva, ilimitada, a nivel mundial y por todo el tiempo de protección legal transferible, todos los derechos patrimoniales a que haya lugar sobre los productos objeto de este contrato a RUTA N, sin que el solucionador seleccionado tenga ningún derecho o prerrogativa sobre los mismos. Lo





	anterior sin perjuicio de los derechos morales que permanecerán en cabeza del autor o autores de la obra (investigación), de acuerdo con las leyes que rijan la materia y en particular en Colombia (Ley 23 de 1982 y la Decisión 351 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena) y demás disposiciones legales vigentes que las modifiquen o las deroguen. En consecuencia, RUTA N como el solucionador seleccionado se obliga a mencionar, en toda publicación que haga de los documentos que se generen como parte de este contrato, el nombre de las personas que ejecutan el presente contrato como autores intelectuales y al el solucionador seleccionado. A su vez, el solucionador seleccionado podrá publicar, divulgar, reproducir los mismos documentos, con fines científicos o académicos con autorización previa y por escrito de RUTA N y EPM. No podrá en ningún caso usar material protegido por propiedad intelectual del presente contrato en sus actividades con fines comerciales. El uso de logos y marcas de RUTA N y EPM, será de acuerdo con las condiciones pactadas y al direccionamiento del área de comunicaciones de la respectiva entidad. No obstante, el solucionador seleccionado retendrá la propiedad de todos los conceptos, soluciones, know-how, herramientas, cuestionarios, evaluaciones, módulos, cursos, marcos conceptuales, software, algoritmos, bases de datos, contenidos, modelos y perspectivas industriales preexistentes. En la medida en que los entregables incluyan alguno de estos, el solucionador seleccionado otorga a RUTA N una licencia de uso no exclusiva, perpetua, irrevocable, de alcance mundial y libre de regalías, única y exclusivamente para utilizarlos como parte integrada de los entregables y para el cumplimiento del objeto de este contrato.
• SOLUCIONES QUE NO SE ACEPTARÁN	• Una solución que se limite únicamente a estudios teóricos, diagnósticos o auditorías energéticas, sin plantear una estrategia de implementación o validación piloto. • Soluciones que requieran modificaciones estructurales de gran magnitud o la reconstrucción de la infraestructura existente de la PTAR. • Comprometan la continuidad de la operación de la planta o requieran paradas prolongadas para su implementación. • Generen un deterioro en la calidad del efluente tratado o pongan en riesgo el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. • No demuestren técnicamente su potencial para reducir los indicadores de consumo específico de energía (kWh/m³ tratado y kWh/kg DBO removida). • Consistan únicamente en el reemplazo de equipos sin una estrategia integral de optimización operacional, control,





	automatización o gestión energética. • Dependan exclusivamente de la adquisición de maquinaria o infraestructura de alto costo, sin evidenciar una relación costo-beneficio favorable ni posibilidad de escalamiento. • No sean compatibles con la infraestructura, los sistemas de automatización o las condiciones operativas actuales de la PTAR San Fernando. • Utilicen tecnologías experimentales sin evidencia técnica o casos de aplicación que respalden su viabilidad para plantas de tratamiento de aguas residuales. • No contemplen la transferencia de conocimiento ni faciliten la apropiación de la solución por parte del personal de operación y mantenimiento. • Requieran el uso permanente de servicios, licencias o plataformas con costos recurrentes elevados que comprometan la sostenibilidad económica de la solución. • Corresponda a soluciones comerciales genéricas (caja negra) que no permitan evaluar su funcionamiento, parametrización o adaptación a las condiciones de operación de la PTAR.
--	---

